

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-188146

(43)Date of publication of application : 10.07.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/42

(21)Application number : 2000-000006

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 04.01.2000

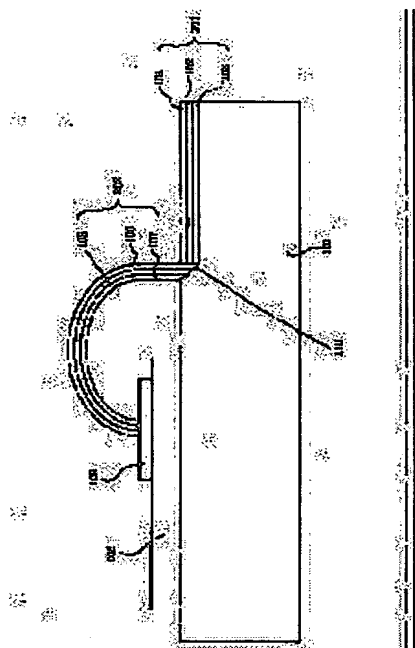
(72)Inventor : SATO TAKAHIRO

## (54) OPTICAL COUPLING METHOD AND OPTICAL CIRCUIT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical coupling method and device improving reliability of optical coupling by physically and directly sticking a flexible optical wave-guide and optical parts of a surface type optical element, etc., making it possible to use the optical wave-guide and the surface type optical element, etc., as an array and easily securing large capacity information transmission.

SOLUTION: In an optical circuit where a surface type optical element 109 is mounted directly or through a second substrate 108 on a first substrate 101, the surface type optical element 109 is coupled optically with the flexible optical wave-guide 202 by physically and directly sticking the surface type optical element 109 with the end part of the flexible optical wave-guide 202 whose core 105 is terminated and processed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical coupling approach characterized by combining optically this two-dimensional light corpuscle child and flexible optical waveguide by pasting up physically directly the edge of flexible optical waveguide where a core carries out termination to this two-dimensional light corpuscle child, and is processed into the 1st substrate with him in the optical coupling approach of the optical circuit mounted through the 2nd substrate in which a two-dimensional light corpuscle child carries direct or this.

[Claim 2] The optical coupling approach according to claim 1 characterized by for the core of said flexible optical waveguide processing perpendicularly the end face which is carrying out termination to the direction of a guided wave near an edge (optical axis), dashing this perpendicular processing side against said two-dimensional light corpuscle child, and pasting up directly physically.

[Claim 3] The optical coupling approach according to claim 1 characterize by process the end face in which the core of said flexible optical waveguide be carry out termination so that it may have the include angle of 45 degrees to the direction of a guided wave near an edge ( optical axis ) , apply the side face of the opposite side of a processing side to said two-dimensional light corpuscle child these 45 degrees so that it may come to the location where the 45 - degree processing side of this flexible optical waveguide counter said two-dimensional light corpuscle child mostly , and paste up directly physically .

[Claim 4] The optical coupling approach according to claim 3 characterized by processing the 45-degree processing side of said flexible optical waveguide into carrying out total reflection of the light in a sufficiently smooth field.

[Claim 5] The optical coupling approach according to claim 3 characterized by forming a metal membrane in the 45-degree processing side of said flexible optical waveguide.

[Claim 6] The optical coupling approach given in claim 1 thru/or any of 5 they are. [ which is characterized by equipping said 1st substrate with optical waveguide, and connecting optically said optical waveguide and said two-dimensional light corpuscle child by said flexible optical waveguide ]

[Claim 7] The optical coupling approach according to claim 6 characterized by connecting optically said optical waveguide and said flexible optical waveguide by preparing the slot for optical connection near the end face of said optical waveguide of said 1st substrate, and inserting in this slot the edge as for which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination.

[Claim 8] The optical coupling approach according to claim 6 characterized by combining optically said optical waveguide and said flexible optical waveguide by preparing the slot for optical coupling near the end face of said optical waveguide of said 1st substrate, and arranging the edge as for which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination on this slot.

[Claim 9] The optical coupling approach according to claim 7 or 8 characterized by processing the field which counters mostly the end face of said optical waveguide of said slot so that it may have the include angle of 45 degrees to the direction of a guided wave near the edge of this optical waveguide (optical axis).

[Claim 10] The optical coupling approach according to claim 9 characterized by processing the field

which counters the end face of said optical waveguide of said slot into carrying out total reflection of the light in a sufficiently smooth field.

[Claim 11] The optical coupling approach according to claim 9 characterized by forming a metal membrane in the field which counters the end face of said optical waveguide of said slot.

[Claim 12] The optical coupling approach given in claim 7 thru/or any of 11 they are. [ which is characterized by processing the end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination so that it may have the include angle of 45 degrees to the direction of a guided wave near an edge (optical axis) ]

[Claim 13] The optical coupling approach according to claim 12 characterized by processing it on a sufficiently smooth field carrying out total reflection of the light for the end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination.

[Claim 14] The optical coupling approach according to claim 12 characterized by forming a metal membrane in the end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination.

[Claim 15] The optical coupling approach given in claim 8 thru/or any of 14 they are. [ which is characterized by using the level difference prepared on said 1st substrate with which the core of said flexible optical waveguide dashes the edge of this flexible optical waveguide although alignment of the end face which is carrying out termination, and the field which counters mostly the end face of said optical waveguide of said slot is carried out, or optical waveguide ]

[Claim 16] It is the optical coupling approach given in claim 9 thru/or any of 14 they are. [ which is characterized by performing optical association of said flexible optical waveguide and said optical waveguide through the 45 degree processing side of said flexible optical waveguide, or the 45 degree processing side of said slot ]

[Claim 17] It is the optical coupling approach given in claim 9 thru/or any of 15 they are. [ which is characterized by performing optical association of said flexible optical waveguide and said optical waveguide through the 45 degree processing side of said flexible optical waveguide, the space of said slot, and the 45 degree processing side of said slot ]

[Claim 18] The optical coupling approach given in any [ claim 1 of a two-dimensional light emitting device and a two-dimensional photo detector which comes out on the other hand and is characterized by a certain thing thru/or ] of 17 said two-dimensional light corpuscle child is.

[Claim 19] The claim 18 written optical coupling approach characterized by said two-dimensional light emitting device being field luminescence semiconductor laser.

[Claim 20] The optical coupling approach according to claim 18 characterized by said two-dimensional photo detector being a semi-conductor photo detector.

[Claim 21] It is mounted in said 1st substrate through the 3rd substrate in which other two-dimensional light corpuscle children carry direct or this. One side of a two-dimensional light corpuscle child, and said two-dimensional light corpuscle child besides the above is a two-dimensional light emitting device. The optical coupling approach given in claim 1 thru/or any of 5 they are. [ which another side is a two-dimensional photo detector, and is characterized by for said flexible optical waveguide pasting up physically directly the edge on which termination of the core is carried out and it is processed on this two-dimensional light emitting device and a two-dimensional photo detector, and connecting both optically, respectively ]

[Claim 22] The optical coupling approach given in claim 1 thru/or any of 21 they are. [ which is characterized by mounting two or more two-dimensional light corpuscle children on said 1st substrate or the 2nd substrate, and for said flexible optical waveguide forming an array, and combining optically these two or more two-dimensional light corpuscle children with this flexible optical waveguide array, respectively ]

[Claim 23] The optical coupling approach according to claim 22 characterized by said two-dimensional light corpuscle child forming the array.

[Claim 24] The optical coupling approach according to claim 22 or 23 that said two-dimensional light corpuscle child is characterized by carrying out monolithic accumulation at said the 1st substrate or 2nd

substrate.

[Claim 25] The optical circuit characterized by combining optically this two-dimensional light corpuscle child and flexible optical waveguide by pasting up physically directly the edge of flexible optical waveguide where a core carries out termination to this two-dimensional light corpuscle child, and is processed into the 1st substrate with him in the optical circuit mounted through the 2nd substrate in which a two-dimensional light corpuscle child carries direct or this.

[Claim 26] It is the optical circuit according to claim 25 characterized by having processed perpendicularly the end face the core of said flexible optical waveguide is carrying out [ the end face ] termination to the direction of a guided wave near an edge (optical axis), having dashed this perpendicular processing side against said two-dimensional light corpuscle child, and having pasted up directly physically.

[Claim 27] it be the optical circuit according to claim 25 characterize by having process the end face the core of said flexible optical waveguide be carry out [ the end face ] termination so that it might have the include angle of 45 degrees to the direction of a guided wave near an edge ( optical axis ) , for the side face of the opposite side of a processing side having apply the 45 - degree processing side of this flexible optical waveguide to said two-dimensional light corpuscle child these 45 degrees so that it might come to the location which counter said two-dimensional light corpuscle child mostly , and having paste up directly physically .

[Claim 28] The 45-degree processing side of said flexible optical waveguide is an optical circuit according to claim 27 characterized by being processed into carrying out total reflection of the light in the sufficiently smooth field.

[Claim 29] The optical circuit according to claim 27 characterized by forming the metal membrane in the 45-degree processing side of said flexible optical waveguide.

[Claim 30] An optical circuit given in claim 25 thru/or any of 29 they are. [ which is characterized by equipping said 1st substrate with optical waveguide, and connecting optically said optical waveguide and said two-dimensional light corpuscle child by said flexible optical waveguide ]

[Claim 31] The optical circuit according to claim 30 characterized by connecting optically said optical waveguide and said flexible optical waveguide by preparing the slot for optical connection near the end face of said optical waveguide of said 1st substrate, and inserting in this slot the edge as for which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination.

[Claim 32] The optical circuit according to claim 30 characterized by combining optically said optical waveguide and said flexible optical waveguide by preparing the slot for optical coupling near the end face of said optical waveguide of said 1st substrate, and arranging the edge as for which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination on this slot.

[Claim 33] The field which counters mostly the end face of said optical waveguide of said slot is an optical circuit according to claim 31 or 32 characterized by being processed so that it may have the include angle of 45 degrees to the direction of a guided wave near the edge of this optical waveguide (optical axis).

[Claim 34] The field which counters the end face of said optical waveguide of said slot is an optical circuit according to claim 33 characterized by being processed into carrying out total reflection of the light in the sufficiently smooth field.

[Claim 35] The optical circuit according to claim 33 characterized by forming the metal membrane in the field which counters the end face of said optical waveguide of said slot.

[Claim 36] The end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination is an optical circuit given in claim 31 thru/or any of 35 they are. [ which is characterized by being processed so that it may have the include angle of 45 degrees to the direction of a guided wave near an edge (optical axis) ]

[Claim 37] The end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination is an optical circuit according to claim 36 characterized by being processed into carrying out total reflection of the light in the sufficiently smooth field.

[Claim 38] The optical circuit according to claim 36 characterized by forming the metal membrane in

the end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination.

[Claim 39] An optical circuit given in claim 32 thru/or any of 38 they are. [ which is characterized by preparing the level difference on said 1st substrate with which the core of said flexible optical waveguide dashes the edge of this flexible optical waveguide although alignment of the end face which is carrying out termination, and the field which counters mostly the end face of said optical waveguide of said slot is carried out, or optical waveguide ]

[Claim 40] Said two-dimensional light corpuscle child is an optical circuit given in any [ claim 25 of a two-dimensional light emitting device and a two-dimensional photo detector which comes out on the other hand and is characterized by a certain thing thru/or ] of 39 they are.

[Claim 41] Said two-dimensional light emitting device is a claim 40 written optical circuit characterized by being field luminescence semiconductor laser.

[Claim 42] Said two-dimensional photo detector is an optical circuit according to claim 40 characterized by being a semi-conductor photo detector.

[Claim 43] It is mounted in said 1st substrate through the 3rd substrate in which other two-dimensional light corpuscle children carry direct or this. One side of a two-dimensional light corpuscle child, and said two-dimensional light corpuscle child besides the above is a two-dimensional light emitting device. An optical circuit given in claim 25 thru/or any of 29 they are. [ which another side is a two-dimensional photo detector, and is characterized by for said flexible optical waveguide having pasted up physically directly the edge on which termination of the core is carried out and it is processed on this two-dimensional light emitting device and the two-dimensional photo detector, and having connected both optically, respectively ]

[Claim 44] An optical circuit given in claim 25 thru/or any of 43 they are. [ which is characterized by having mounted two or more two-dimensional light corpuscle children on said 1st substrate or the 2nd substrate, and for said flexible optical waveguide having formed the array, and having combined optically these two or more two-dimensional light corpuscle children with this flexible optical waveguide array, respectively ]

[Claim 45] Said two-dimensional light corpuscle child is an optical circuit according to claim 44 characterized by forming the array.

[Claim 46] Said two-dimensional light corpuscle child is an optical circuit according to claim 44 or 45 characterized by carrying out monolithic accumulation at said the 1st substrate or 2nd substrate.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical coupling approach of making efficiently optical connection of optics, such as a light emitting device, a photo detector, and optical waveguide, simple by flexible optical waveguide, and optical coupling equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In connection with improvement in the latest circuit processing speed, signal delay, a wave-like distortion, etc. arise and signal transduction is becoming impossible in electric wiring correctly. In order to solve such a problem, the optical interconnection which replaces and carries out signal transduction of the conventional electrical signal to light attracts attention. By transposing an electrical signal to a lightwave signal, the electromagnetic wave disorder which poses a problem recently is also solvable.

[0003] In order to realize an optical circuit which transposes the electric wiring which will consist of metals currently used with the current electrical circuit substrate in the future to the optical waveguide produced on the substrate, and transmits and receives a signal with light, the optical connection with the optical waveguide and optical devices, such as a laser diode and a photodiode, which were formed on the substrate, and optical connection of optical devices are important technical problems.

[0004] The method of combining the optical waveguide prepared on the substrate and the optical device which performs carrier luminescence of laser, a photodetector, etc., or carrying out piece piece bonding of the optical fiber, although optical devices are combined, and conventionally, performing it to it like the optical integrated circuit indicated by JP,05-88028,A, has been proposed. Moreover, an approach like the optical waveguide unit of an indication is proposed by JP,11-38270,A which combines both optically by preparing a mirror in an optical waveguide end face 45 degrees, and arranging an optical waveguide end face on a two-dimensional light corpuscle child as the joint approach of of the two-dimensional light corpuscle child and optical waveguide which carry out carrier luminescence perpendicularly to a substrate.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the 1st conventional example, since it is what joins one optical fiber to the light corpuscle child or optical waveguide of a piece, in the optical circuit in which many light corpuscle children were carried, a production process takes time amount, and a manufacturing cost also increases as a result.

[0006] Moreover, in the 2nd conventional example, since optical waveguide and a two-dimensional light corpuscle child had not pasted up physically, in an environment with an impact, vibration, etc., joint effectiveness changed and there was also a problem that the dependability of optical coupling could not be maintained.

[0007] Then, the purpose of this invention is offering the optical coupling approach the optical coupling corresponding to being able to improve the dependability of optical coupling, also making it possible to use optical waveguide, a two-dimensional light corpuscle child, etc. by the array, and transmitting mass

information at once being established easily and an optical circuit thru/or optical coupling equipment by pasting up physically flexible optical waveguide and optics, such as a two-dimensional light corpuscle child, directly.

[0008]

[Means for Solving the Problem and its Function] In the optical circuit where the optical coupling approach of this invention for attaining the above-mentioned purpose thru/or the optical circuit are mounted in the 1st substrate through the 2nd substrate in which a two-dimensional light corpuscle child carries direct or this (although a two-dimensional light corpuscle child is carried in the 2nd substrate and it is mounted in the 1st substrate in the after-mentioned example) It carries out removing the growth substrate, after producing a two-dimensional light corpuscle child to the 1st substrate at a monolithic or imprinting a two-dimensional light corpuscle child to the 1st substrate etc. It is characterized by combining optically this two-dimensional light corpuscle child and flexible optical waveguide by pasting up physically directly the edge of flexible optical waveguide processed into the 1st substrate by a core carrying out termination with this two-dimensional light corpuscle child that can also prepare a two-dimensional light corpuscle child directly. Thereby, the optical coupling of flexible optical waveguide and a two-dimensional light corpuscle child is obtained at an easy process. The adhesion approach can use the welding performed by fusing the edge of the flexible optical waveguide which has the melting point of 100 degrees C or less, the adhesion hardened by irradiating UV light after carrying out alignment of a flexible optical waveguide edge and the two-dimensional light corpuscle child using UV (ultraviolet rays) hardening resin, the adhesion using adhesives, such as an epoxy system, etc. Moreover, the optical coupling of the lens etc. can be simply carried out through the edge of flexible optical waveguide, a two-dimensional light corpuscle child, or optical waveguide by being processed so that the end face the core of flexible optical waveguide is carrying out [ the end face ] termination may have a desired include angle.

[0009] Based on the above-mentioned basic configuration, the gestalt like a less or equal is possible.

The end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination is perpendicularly processed to the direction of a guided wave near an edge (optical axis), dashes this perpendicular processing side against said two-dimensional light corpuscle child, and can paste it up directly physically (for example, refer to drawing 1 ). Or the side face of the opposite side of this 45-degree processing side is applied to said two-dimensional light corpuscle child so that it may come to the location where it is processed in so that the end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination may have the include angle of 45 degrees to the direction of the guided wave near an edge (optical axis), and the 45-degree processing side of this flexible optical waveguide counters said two-dimensional light corpuscle child mostly, and it can paste up directly physically (for example, refer to drawing 6 ). It is processed into carrying out total reflection of the light, in order that the 45-degree processing side of this flexible optical waveguide may raise optical coupling effectiveness in a sufficiently smooth field, or a metal membrane is formed here at it.

[0010] Said 1st substrate is equipped with optical waveguide, it is said flexible optical waveguide and the gestalt which connects optically this optical waveguide and said two-dimensional light corpuscle child is also possible. For this reason, in case the substrate which mounted the two-dimensional light corpuscle child is carried in a substrate equipped with optical waveguide for example, even if it does not carry out exact alignment, behind, flexible optical waveguide has bent flexibly and can absorb a gap. Moreover, in the optical coupling of optical waveguide and flexible optical waveguide, high optical coupling effectiveness can be acquired by designing the core diameter of optical waveguide and flexible optical waveguide to a comparable thing.

[0011] Said optical waveguide and said flexible optical waveguide are also optically connectable by preparing the slot for optical connection near the end face of said optical waveguide of said 1st substrate, and inserting in this slot the edge as for which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination. Thereby, optical connection of optical waveguide and the flexible optical waveguide can be made simple in a self aryne. If the configurations of a slot and a flexible optical waveguide edge are made into a corresponding thing (for example, refer to drawing 1 ), more certain and a stabilization

target will get a self aryne. Said slot is producible by approaches, such as dry etching which used reactant gas, wet etching, physical cutting, and polish.

[0012] The gestalt which combines optically said optical waveguide and said flexible optical waveguide can also be taken by preparing the slot for optical coupling near the end face of said optical waveguide of said 1st substrate, and arranging the edge as for which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination on this slot. In this case, the end face of flexible optical waveguide can be processed so that it may have an include angle suitable for combining optical waveguide and flexible optical waveguide optically, it only arranges flexible optical waveguide to said optical drawing or Mizogami for reception, and can combine flexible optical waveguide and optical waveguide optically in a simple process. A slot is producible by approaches, such as wet etching, physical cutting, and polish.

[0013] Said slot can take the gestalt which processes the field which counters the end face of said optical waveguide of a slot mostly when inserting a flexible optical waveguide edge in Mizouchi (for example, refer to drawing 1 ) and arranging to Mizogami (refer to drawing 6 ) so that it may have the include angle of 45 degrees to the direction of a guided wave near the edge of this optical waveguide (optical axis). Thereby, efficient optical coupling is realizable.

[0014] The field which counters the end face of said optical waveguide of said slot can process a sufficiently smooth field into carrying out total reflection of the light, or can form a metal membrane here. What is necessary is just to perform mirror plane processing by polish, wet etching, etc. in the case of the former. Thereby, optical-path conversion can be further performed in low optical loss.

[0015] The end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination can take the gestalt processed so that it may have the include angle of 45 degrees to the direction of a guided wave near an edge (optical axis). It can take, when inserting a flexible optical waveguide edge in Mizouchi (for example, refer to drawing 1 ) and also arranging this gestalt to Mizogami (refer to drawing 6 ). Thereby, efficient optical coupling is realizable.

[0016] The end face in which the core of said flexible optical waveguide is carrying out termination can also process a sufficiently smooth field into carrying out total reflection of the light, or can form a metal membrane here at it. In the case of the former, mirror plane processing is performed to the end face to which termination of the core of flexible optical waveguide is carried out by polish, wet etching, etc. What is necessary is in the case of the latter, to use for a metal what has high reflection factors, such as Ag, Au, Pt, Cr, and aluminum, and, as for the metal membrane formation approach, just to use electrolysis plating, an electroless deposition method, a vacuum deposition method, etc. Thereby, optical-path conversion can be further performed in low optical loss.

[0017] The level difference prepared on said 1st substrate with which the core of said flexible optical waveguide dashes the edge of this flexible optical waveguide although alignment of the end face which is carrying out termination, and the field which counters mostly the end face of said optical waveguide of said slot is carried out, or optical waveguide may be used. Flexible optical waveguide and optical waveguide are optically combinable in a self aryne using the level difference prepared in the substrate which has optical waveguide although alignment of the slot for flexible optical waveguide, optical drawing, or reception is carried out. This level difference is producible by approaches, such as wet etching, physical cutting, and polish.

[0018] Optical association of said flexible optical waveguide and said optical waveguide is performed through the 45-degree processing side of said flexible optical waveguide, or the 45-degree processing side of said slot (for example, refer to drawing 1 ), or it carries out through the 45-degree processing side of said flexible optical waveguide, the space of said slot, and the 45-degree processing side of said slot (refer to drawing 6 ).

[0019] Said two-dimensional light corpuscle child is one side of a two-dimensional light emitting device and a two-dimensional photo detector. A two-dimensional light corpuscle child can take the structure suitable for pasting up the end face of flexible optical waveguide directly because they are a two-dimensional light emitting device or a two-dimensional photo detector.

[0020] Said two-dimensional light emitting device may be field luminescence semiconductor laser. The structure suitable for pasting up the end face of flexible optical waveguide directly can be taken because



a two-dimensional light corpuscle child is field luminescence semiconductor laser, and an optical information communication link etc. is attained with a low power. Said field luminescence semiconductor laser consists of a barrier layer, a semi-conductor multilayers mirror, or a dielectric multilayer reflecting mirror, and can realize a low current drive and a low power. Moreover, when a two-dimensional light corpuscle child is field luminescence semiconductor laser, a luminescence field is about 10 micrometers, the core of flexible optical waveguide has the magnitude of about 40-50 micrometers to it, and alignment with a high precision is unnecessary. However, neither the magnitude of the core of flexible optical waveguide nor the size of the luminescence field of field luminescence semiconductor laser is restricted to this.

[0021] Said two-dimensional photo detector may be a semi-conductor photo detector. When a two-dimensional light corpuscle child is a semi-conductor photo detector, size of a light-receiving field can be made the optimal design by the balance of the size of the core of flexible optical waveguide, and alignment precision.

[0022] It is mounted in said 1st substrate through the 3rd substrate in which other two-dimensional light corpuscle children carry direct or this. One side of a two-dimensional light corpuscle child, and said two-dimensional light corpuscle child besides the above is a two-dimensional light emitting device. Another side is a two-dimensional photo detector, and said flexible optical waveguide pastes up physically directly the edge on which termination of the core is carried out and it is processed on this two-dimensional light emitting device and a two-dimensional photo detector, and can also take the gestalt which connects both optically, respectively. Even if it does not carry out exact alignment in case the substrate which mounted the two-dimensional light corpuscle child is carried in a substrate equipped with optical waveguide since flexible optical waveguide has connected optically the two-dimensional light emitting device and the two-dimensional photo detector for example, behind, flexible optical waveguide has bent flexibly and can absorb a gap. Of course, by said flexible optical waveguide, it combines with the gestalt which connects optically optical waveguide and a two-dimensional light corpuscle child, and this gestalt can be used.

[0023] Two or more two-dimensional light corpuscle children are mounted on said 1st substrate or the 2nd substrate, said flexible optical waveguide forms an array, and the gestalt which combines optically these two or more two-dimensional light corpuscle children with this flexible optical waveguide array, respectively can also be taken. When flexible optical waveguide forms the array, a light corpuscle child or optical waveguide can be mounted in high density.

[0024] Said two-dimensional light corpuscle child can form an array. A two-dimensional light corpuscle child can mount a light corpuscle child in high density by forming the array, and becomes the optical coupling approach thru/or optical circuit which was adapted for mass signal transmission etc.

[0025] Monolithic accumulation of said two-dimensional light corpuscle child may be carried out at said the 1st substrate or 2nd substrate. A compacter optical circuit is realizable with this.

[0026]

[Embodiment of the Invention] With reference to a drawing, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail below.

[0027] (The 1st example) Drawing 1 is the optical coupling approach of the 1st example of this invention thru/or the sectional view of equipment. Drawing 2 is the perspective view. In drawing 1 and drawing 2, it has structure which combined the two-dimensional light corpuscle child array 109 and the optical waveguide array 203 which consists of optical waveguides 201 using the flexible optical waveguide array 202. Optical waveguide 201 consists of a core 102 and clads 103 and 104, and each optical waveguide of the flexible optical waveguide array 202 consists of a core 105 and clads 106 and 107. In this example, Si substrate is used for the substrate 101 for laser 109, and the substrate 108 for optical waveguide array 203 using the field luminescence semiconductor laser which has the magnitude whose light-emitting part is 10 micrometerphi extent as a two-dimensional light corpuscle child array 109.

[0028] The flexible optical waveguide array 202 and the two-dimensional light corpuscle child array 109 carried in the substrate 108 have combined optically the end face which the core 105 of the flexible

optical waveguide array 202 has exposed by dashing against the light-emitting part of the two-dimensional light corpuscle child array 109 directly, and pasting it. Epoxy system adhesives are used for adhesives. Mirror plane finishing is given to the end face combined with the two-dimensional light corpuscle child array 109 of the flexible optical waveguide array 202 by polish.

[0029] The other end of the flexible optical waveguide array 202 and the inner edge of the optical waveguide array 203 established the slot 110 in the substrate 101 near the edge of an array 203, and have combined it by inserting the flexible optical waveguide array 202 in a slot 110. The end face of the side optically combined with the optical waveguide array 203 of the flexible optical waveguide 202 is the mirror side which was processed and had the include angle of 45 degrees to the optical axis. Moreover, corresponding to this, the base of a slot 110 is also processed so that it may have the include angle of 45 degrees to the optical axis of optical waveguide 201. In this way, as shown in drawing 1, the slot 110 of a triangle cross section is made to carry out fitting of the edge of a 45-degree mirror side of the REKISHIBURU optical waveguide array 202 stably exactly, and it is fixing.

[0030] It is reflected in the 45-degree mirror end face of a core 105, and the light which has transmitted the flexible optical waveguide array 202 changes an optical path 90 degrees, and is introduced in this array 203 through the perpendicular end face of the optical waveguide array 203. Conversely, it is reflected at the 45-degree mirror edge of the core 105 of the flexible optical waveguide array 202, and the light which has transmitted the optical waveguide array 203 is also introduced in the flexible optical waveguide array 202.

[0031] A slot 110 is produced in the dry etching which used reactant gas. By polish, the base (45-degree mirror side) and side face (perpendicular end face of the optical waveguide array 203) of a slot 110 are carrying out mirror plane processing, and are reducing joint loss of light. Epoxy system adhesives are used for association with the flexible optical waveguide array 202 and said slot 110.

[0032] Moreover, the end face of the side inserted in the slot 110 of the flexible optical waveguide array 202 is processed into the above mentioned appearance by the configuration adjusted into a slot 110 by cutting, and mirror plane processing is carried out by polish. Furthermore, the metal which has high reflection factors, such as aluminum, Au, Ag, Pt, and Cr, with a vacuum deposition method is vapor-deposited by said end face.

[0033] Although the optical waveguide 201 which constitutes the optical waveguide array 203 produced by the substrate 101 is constituted from a core 102 and clads 103 and 104 by the appearance mentioned above, this is produced as follows. That is, optical waveguide 201 is produced by the patterning process by the photolithography to a substrate 101, the process which forms the slot which produces optical waveguide to a substrate 101 by reactive ion etching using CF<sub>4</sub> or Cl<sub>2</sub>, CVD, spatter vacuum evaporation, etc. through the membrane formation process which forms the core 102 which consists of SiO<sub>2</sub>, and the clads 103 and 104 which consist of SiO<sub>2</sub>. The refractive index (the refractive index of a core 102 is enlarged) of SiO<sub>2</sub> of a core 102 and clads 103 and 104 is adjusted by impregnation of an impurity.

[0034] Next, how to produce the slot 110 which inserts the flexible optical waveguide array 202 is explained in detail to the substrate 101 of drawing 1 using drawing 3 (a), (b), and (c). A photoresist 301 is applied to the substrate 101 with which optical waveguide 201 was formed first like drawing 3 (a). Next, a photoresist 301 is exposed with UV light using the photo mask 302 which has gray scale 302a. By having used the photo mask 302 of gray scale 302a, it is possible to form the pattern of the photoresist 301 which has an inclination to a substrate 101 like drawing 3 (b). By applying the dry etching which used reactant gas for this resist pattern, or an ion spatter, the slot 110 with the include angle of a request of the configuration of having been suitable for inserting the edge of the flexible optical waveguide array 202 like drawing 3 (c) can be formed.

[0035] Next, the production approach of the flexible optical waveguide array 202 is explained in detail using drawing 4 (a), (b), (c), and (d). The polyimide which has flexibility is used for the core of the flexible optical waveguide array 202, and the ingredient of a clad. A photoresist 403 is applied after applying to the whole surface the polyimide 402 which serves as a core 105 like drawing 4 (a) on the clad 106 which consists of a polyimide film. What has a larger refractive index than the polyimide film

used as a clad 106 is used for the ingredient of the polyimide 402 used as a core 105. Then, photolithography performs desired patterning to a photoresist 403 with UV light using the photo mask 404 with which the desired pattern (the light transmission section and the protection-from-light section are located in a line in the shape of a stripe) is given.

[0036] Next, the pattern used as the core of flexible optical waveguide is formed in polyimide 402 by the reactive-ion-etching method using reactant gas like drawing 4 (b). Next, it will be in the condition that the core 105 constituted with polyimide 402 on a clad 106 remains, like drawing 4 (c) by removing the photoresist 403 which remained in a remover. Furthermore, a core 105 can be covered with the polyimide used as a clad 107 like drawing 4 (d), and flexible optical waveguide can be formed.

[0037] The polyimide used as a clad 107 uses what has a small refractive index compared with the polyimide 402 used as the core section. Moreover, considering as an air cladding layer is also possible without using the polyimide used as a clad 107.

[0038] By this example, the flexible optical waveguide array 202 is used for the optical coupling of the two-dimensional light corpuscle child array 109 and the optical waveguide array 203 at the appearance explained above. In case this carries the substrate (108 of drawing 1) which mounted the two-dimensional light corpuscle child (109 of drawing 1) in a substrate (101 of drawing 1) equipped with optical waveguide (201 of drawing 1), even if it does not carry out exact alignment, flexible optical waveguide (202 of drawing 1) can be incurvated behind, and this gap can be absorbed. Furthermore, when two or more substrates of Light MCM (Multiple Chip Module) are carried and the two-dimensional light corpuscle child on the optical waveguide of a substrate and Light MCM will be combined in the future on the substrate with which optical waveguide is produced, the optical coupling approach of this example thru/or equipment are practical.

[0039] Moreover, also when the two-dimensional light corpuscle child array 109, the flexible optical waveguide array 202, and the optical waveguide array 203 are not an array but simple substances, they can apply this example. Monolithic accumulation of a substrate 108 and the two-dimensional light corpuscle child array 109 may be carried out. Moreover, since the end face of the flexible optical waveguide 202 and the two-dimensional light corpuscle child array 109 are pasted up directly and it joins together, the optical coupling of the flexible optical waveguide 202 and the two-dimensional light corpuscle child array 109 can be obtained at an easy process. Furthermore, it is the optical coupling approach thru/or equipment from which optical coupling effectiveness cannot change to vibration and an impact easily by pasting up directly. The luminescence field of field luminescence semiconductor laser is about 10 micrometers, and since the core 105 of the flexible optical waveguide array 202 has the magnitude of about 40-50 micrometers to it, alignment with a high precision is unnecessary among both. For this reason, when the two-dimensional light corpuscle child array 109 is field luminescence semiconductor laser, the structure suitable for pasting up the end face of the flexible optical waveguide array 202 directly can be taken. However, neither the size of a core 105 nor the size of field luminescence semiconductor laser is restricted to this.

[0040] Moreover, when the two-dimensional light corpuscle child 107 is a semi-conductor photo detector, size of a light-receiving field can be considered as the optimal design by the balance of the size of the core 105 of the flexible optical waveguide array 202, and alignment precision. And the flexible optical waveguide 202 and the optical waveguide array 203 establish a slot 110 in a substrate 101, and since it has joined together by inserting the flexible optical waveguide 202 in a slot 110, they can produce the optical transmission line which transmits a lot of information at once in a self aryne.

[0041] Although a semi-conductor substrate, a glass substrate, an electric wiring substrate, etc. can be used for the substrates 101 and 108 stated to the above example, it does not restrict to this. Although optical waveguide 201 is producible by said approach, the production approach and an ingredient are not restricted to this. Moreover, although the slot 110 established in the substrate 101 was produced in the dry etching which used reactant gas, it is also possible to produce by approaches, such as wet etching, physical cutting, and polish, in addition to it. And wet etching etc. can also be used although polish performed mirror plane processing of the side face of a slot 110, and a base.

[0042] Moreover, although said ingredient and the production approach can be used for the ingredient

and the production approach of the core 105 of the flexible optical waveguide array 202, and clads 106 and 107, they are not restricted to this. Although it can do by the dry etching using reactant gas, polish, physical cutting, etc. in order to process it so that the end face to which termination of the core 105 of the flexible optical waveguide array 202 is carried out may have a desired include angle, an approach is not restricted to this. Moreover, although an electroplating method, an electroless deposition method, etc. can be used for the approach of producing a metal membrane to said end face, an approach is not restricted to this. Furthermore, although epoxy system adhesives were used for adhesion with the flexible optical waveguide array 202, the two-dimensional light corpuscle child array 109, or the optical waveguide array 203, the adhesion approach can also use the welding performed by fusing flexible optical waveguide, and the adhesion hardened by irradiating UV light after carrying out alignment of flexible optical waveguide and the two-dimensional light corpuscle child using UV hardening resin. And the ingredient of the adhesion approach or adhesives is not restricted to this.

[0043] LED (Light Emitting Diode) etc. can also be used for others although field luminescence semiconductor laser and a semi-conductor photo detector were used for the two-dimensional light corpuscle child array 109 in this example.

[0044] (The 2nd example) Drawing 5 is the sectional view showing the optical coupling approach of the 2nd example of this invention thru/or equipment. Drawing 5 shows the structure which combined the two-dimensional light corpuscle child array 109 and the optical waveguide array 203 which consists of optical waveguides 201 using the flexible optical waveguide array 504.

[0045] The flexible optical waveguide array 504 consists of a core 501 and clads 502 and 503. The end face of the side optically combined with the two-dimensional light corpuscle child array 109 of the flexible optical waveguide array 504 is the mirror which was processed and had the include angle of 45 degrees to the optical axis. This mirror forms in the end face of the flexible optical waveguide array 504 the slant face which has the include angle of 45 degrees by cutting and polish, and is manufactured by creating aluminum thin film in that slant face with vacuum deposition after that. As shown in drawing 5, the two-dimensional light corpuscle child array 109 pastes the side face of the clad 503 of flexible optical waveguide. Epoxy system adhesives are used for adhesives.

[0046] When the two-dimensional light corpuscle child array 109 is field luminescence semiconductor laser, the light emitted from field luminescence semiconductor laser can bend an optical path 90 degrees, and is efficiently introduced in the core 501 of the flexible optical waveguide array 504 by the mirror created by the 45-degree end face of the flexible optical waveguide array 504. When the two-dimensional light corpuscle child 109 is a semi-conductor electric eye, by the mirror created by the 45-degree end face of the flexible optical waveguide array 504, the light which has spread the flexible optical waveguide array 504 can bend an optical path 90 degrees, and is efficiently transmitted to the semi-conductor photo detector 109.

[0047] By pasting up the flexible optical waveguide array 504 and the two-dimensional light corpuscle child array 109 directly, and joining together, the optical coupling of the flexible optical waveguide array 504 and the two-dimensional light corpuscle child array 109 is obtained at an easy process. When the two-dimensional light corpuscle child array 109 is field luminescence semiconductor laser, the structure suitable for pasting up the side face of the clad 503 of the flexible optical waveguide array 504 directly can be taken, and an optical information communication link is attained with a low power. Moreover, when the two-dimensional light corpuscle child array 109 is field luminescence semiconductor laser, since the core 501 of the flexible optical waveguide array 504 has the magnitude of about 40-50 micrometers to it, alignment with a high precision is unnecessary [ a luminescence field is about 10 micrometers, and ]. Furthermore, when the two-dimensional light corpuscle child array 109 is a semi-conductor photo detector, size of a light-receiving field can be made the optimal design by the balance of the size of the core 501 of the flexible optical waveguide array 504, and alignment precision.

[0048] About the joint approach of the flexible optical waveguide array 504 and optical waveguide 201, it is the same as that of the 1st example. The manufacture approach of the optical waveguide 201 with which the substrate 101 was equipped is the same as the 1st example.

[0049] (The 3rd example) Drawing 6 is the sectional view showing the optical coupling approach of the

3rd example of this invention thru/or equipment. Drawing 6 shows the structure which combined the two-dimensional light corpuscle child array 109 and optical waveguide 201 using the flexible optical waveguide array 604.

[0050] The flexible optical waveguide array 604 consists of a core 601 and clads 602 and 603. The flexible optical waveguide array 604 and optical waveguide 201 are combined by carrying out alignment of the 45-degree end face of the flexible optical waveguide array 604 on a slot 110, and arranging, as the slot 110 which has a mirror side in the substrate 101 equipped with optical waveguide 201 45 degrees is formed and it is shown in drawing 6 . it carries out to alignment by dashing the point of a 45-degree mirror end face of the flexible optical waveguide array 604 against the level difference 605 (for example, the optical waveguide array 203 -- prepared immediately outside) prepared on the substrate 101. A level difference 605 is formed by performing a FOTORISO process to a substrate 101 and performing wet etching. Epoxy system adhesives are used for adhesion with the flexible optical waveguide array 604 and a substrate 101.

[0051] Although the production approach of a slot 110 is the same as the approach of the 1st example, in order to reduce optical loss further, the 45-degree base of a slot 110 is made mirror plane finishing by polish. Thereby, through the 45-degree mirror end face of the 45-degree mirror side and the flexible optical waveguide array 604 of a slot 110, the optical coupling between optical waveguide 201 and the flexible optical waveguide array 604 is efficient, and is realized.

[0052] Moreover, the optical coupling approach of the two-dimensional light corpuscle child array 109 and the flexible optical waveguide array 604 is realizable by the same approach as the 2nd example. Said level difference 605 is producible also by the approach of newly forming SiO<sub>2</sub> film on optical waveguide 201 through a FOTORISO process.

[0053] (The 4th example) Drawing 7 is the optical coupling approach of the 4th example of this invention thru/or the sectional view of equipment. Drawing 7 shows the structure which combined the two-dimensional light emitting device array 705 and the two-dimensional photo detector array 706 using the flexible optical waveguide array 704.

[0054] The flexible optical waveguide array 704 consists of a core 701 and clads 702 and 703. Optical coupling of the flexible optical waveguide array 704, and the two-dimensional light emitting device array 705 and the two-dimensional photo detector array 706 is realized by the same approach as the 1st example. Even if it has the thickness from which the substrate 707 in which the two-dimensional light emitting device array 705 is carried by having used the flexible optical waveguide array 704 for the optical coupling of the two-dimensional light emitting device array 705 and the two-dimensional photo detector array 706, and the substrate 708 in which the two-dimensional photo detector array 706 is carried differ, the gap is absorbable with the flexible optical waveguide array 704.

[0055] (The 5th example) Drawing 8 is the optical coupling approach of the 5th example of this invention thru/or the sectional view of equipment. Drawing 8 shows the structure which combined the two-dimensional light emitting device array 705 and the two-dimensional photo detector array 706 using the flexible optical waveguide array 804.

[0056] The flexible optical waveguide array 804 consists of a core 801 and clads 802 and 803. Optical coupling of the flexible optical waveguide array 804, and the two-dimensional light emitting device array 705 and the two-dimensional photo detector array 706 is realized by the same approach as the 2nd example. Even if it has the thickness from which the substrate 707 in which this example also carries the two-dimensional light emitting device array 705 by having used the flexible optical waveguide array 804 for the optical coupling of the two-dimensional light emitting device array 705 and the two-dimensional photo detector array 706, and the substrate 708 in which the two-dimensional photo detector array 706 is carried differ, the gap is absorbable with the flexible optical waveguide array 804.

[0057]

[Effect of the Invention] By pasting up physically flexible optical waveguide and a two-dimensional light corpuscle child directly according to the optical coupling approach thru/or equipment explained above according to this invention like, the dependability of optical coupling improves, it becomes possible to use flexible optical waveguide and a two-dimensional light corpuscle child by the array, and

the optical coupling which can be equivalent to transmitting mass information at once can be obtained.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

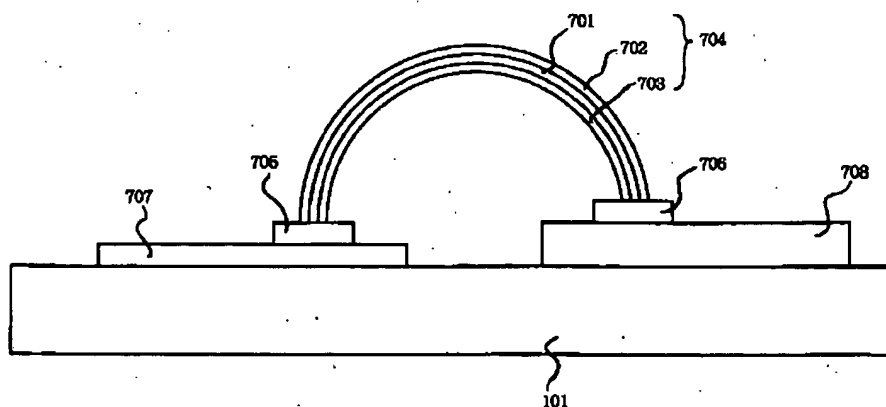
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DRAWINGS

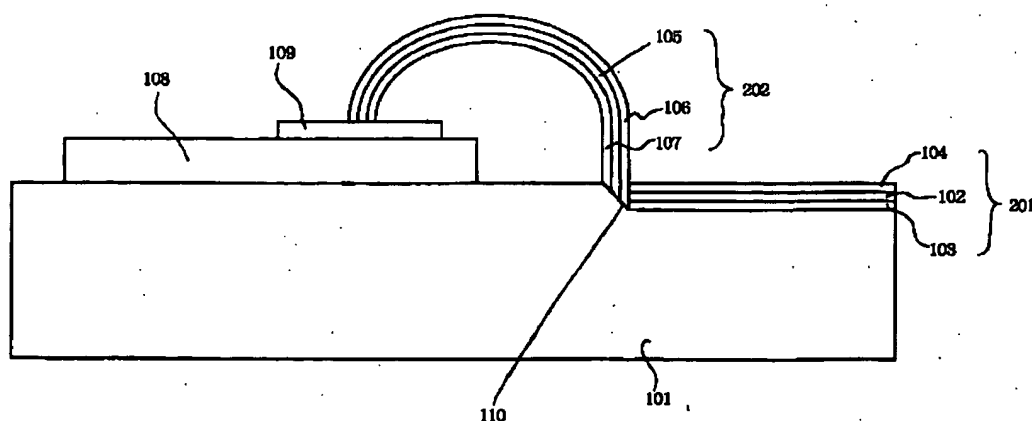
---

[Drawing 7]



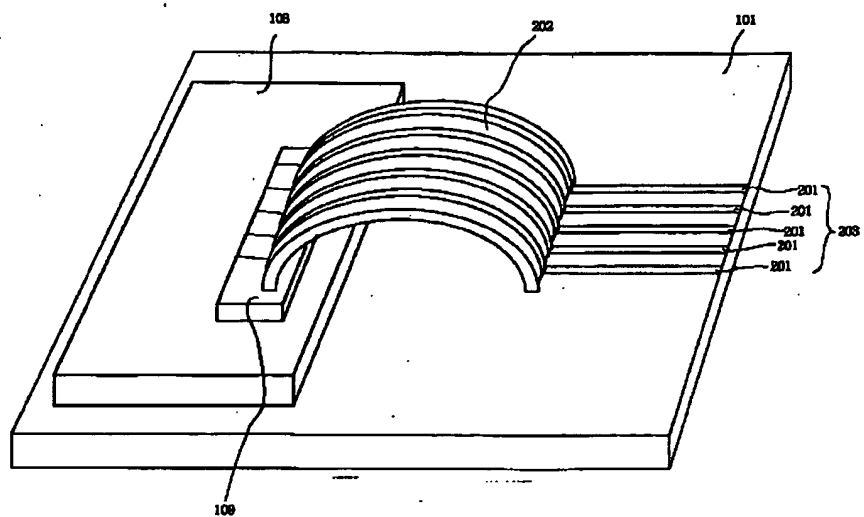
---

[Drawing 1]

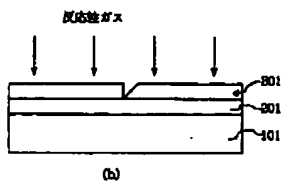
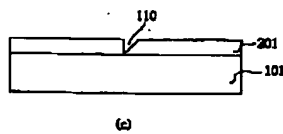
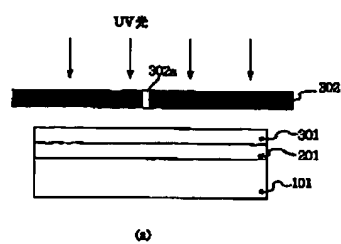


---

[Drawing 2]

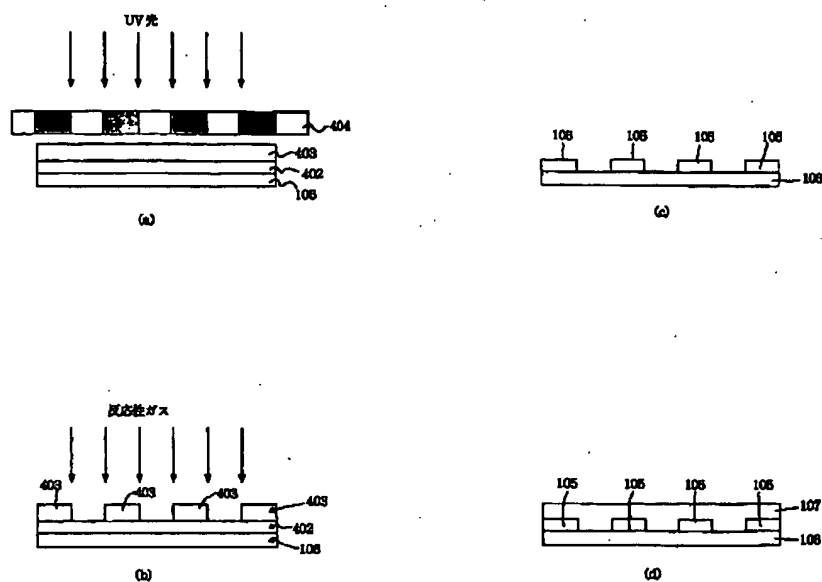


[Drawing 3]

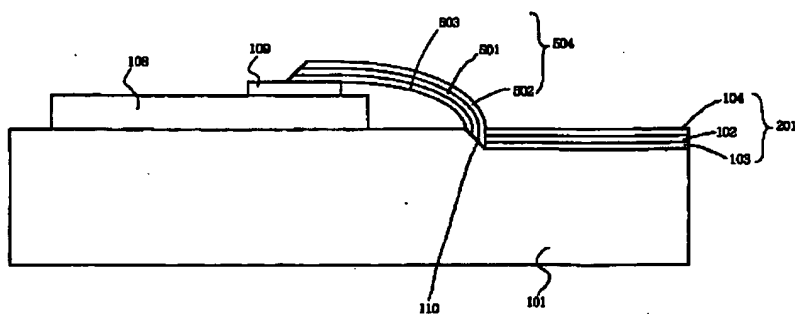


[Drawing 4]

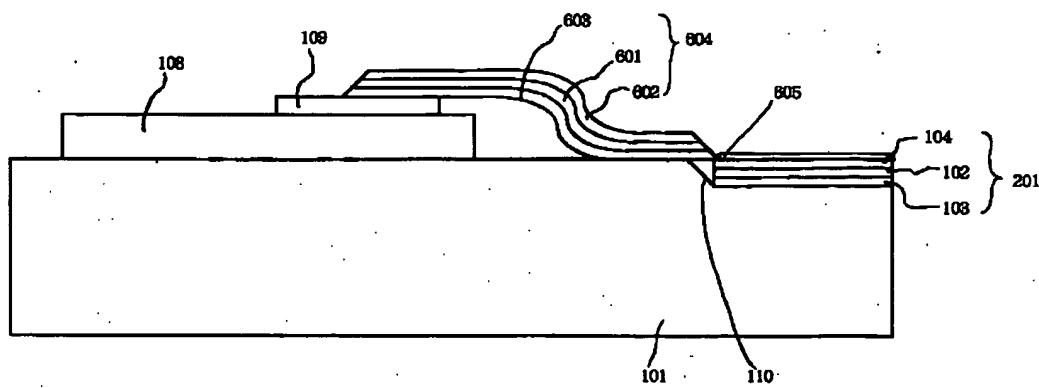




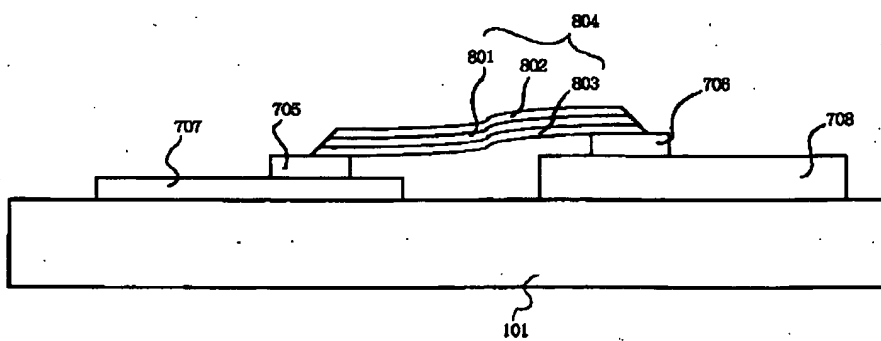
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-188146

(P2001-188146A)

(43)公開日 平成13年7月10日(2001.7.10)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/42

識別記号

F I

G 0 2 B 6/42

テーマコード(参考)

2 H 0 3 7

審査請求 未請求 請求項の数46 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2000-6(P2000-6)

(22)出願日 平成12年1月4日(2000.1.4)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 佐藤 崇広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74)代理人 100086483

弁理士 加藤 一男

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA02 BA05 BA11 BA14

BA24 BA31 BA35 DA03 DA04

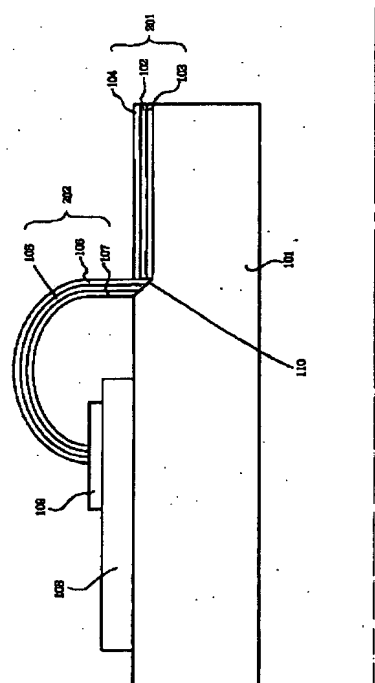
DA06

(54)【発明の名称】 光結合方法及び光回路

(57)【要約】

【課題】フレキシブル光導波路と面型光素子などの光学部品とを物理的に直接接着することで光学的結合の信頼性を向上でき、光導波路と面型光素子等をアレイで使用することも可能にして大容量情報伝送を容易に確立し得る光結合方法ないし装置である。

【解決手段】第1の基板101に、面型光素子109が直接或はこれを搭載する第2の基板108を介して実装されている光回路において、面型光素子109と、コア105が終端して加工されているフレキシブル光導波路202の端部とを物理的に直接接着することで、面型光素子109とフレキシブル光導波路202を光学的に結合している。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 の基板に、面型光素子が直接或はこれを搭載する第 2 の基板を介して実装されている光回路の光結合方法において、該面型光素子と、コアが終端して加工されているフレキシブル光導波路の端部とを物理的に直接接着することで、該面型光素子とフレキシブル光導波路を光学的に結合することを特徴とする光結合方法。

【請求項 2】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面を、端部付近の導波方向（光軸）に対して垂直に加工し、該垂直加工面を前記面型光素子に突き当てて物理的に直接接着することを特徴とする請求項 1 記載の光結合方法。

【請求項 3】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面を、端部付近の導波方向（光軸）に対して 45 度の角度を有する様に加工し、該フレキシブル光導波路の 45 度加工面が前記面型光素子にほぼ対向する位置に来る様に該 45 度加工面の反対側の側面を前記面型光素子に当てて物理的に直接接着することを特徴とする請求項 1 記載の光結合方法。

【請求項 4】前記フレキシブル光導波路の 45 度加工面を、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工することを特徴とする請求項 3 記載の光結合方法。

【請求項 5】前記フレキシブル光導波路の 45 度加工面に金属膜を形成することを特徴とする請求項 3 記載の光結合方法。

【請求項 6】前記第 1 の基板が光導波路を備えており、前記フレキシブル光導波路で、前記光導波路と前記面型光素子とを光学的に接続することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の光結合方法。

【請求項 7】前記第 1 の基板の前記光導波路の端面付近に光接続用の溝を設け、前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端部を該溝に挿入することによって、前記光導波路と前記フレキシブル光導波路とを光学的に接続することを特徴とする請求項 6 記載の光結合方法。

【請求項 8】前記第 1 の基板の前記光導波路の端面付近に光結合用の溝を設け、前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端部を該溝上に配置することによって、前記光導波路と前記フレキシブル光導波路とを光学的に結合することを特徴とする請求項 6 記載の光結合方法。

【請求項 9】前記溝の前記光導波路の端面にほぼ対向する面を、該光導波路の端部付近の導波方向（光軸）に対して 45 度の角度を有する様に加工することを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の光結合方法。

【請求項 10】前記溝の前記光導波路の端面に対向する面を、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工することを特徴とする請求項 9 記載の光結合方法。

【請求項 11】前記溝の前記光導波路の端面に対向する面に金属膜を形成することを特徴とする請求項 9 記載の

2

光結合方法。

【請求項 12】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面を、端部付近の導波方向（光軸）に対して 45 度の角度を有する様に加工することを特徴とする請求項 7 乃至 11 の何れかに記載の光結合方法。

【請求項 13】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面を、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工することを特徴とする請求項 12 記載の光結合方法。

10 【請求項 14】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面に金属膜を形成することを特徴とする請求項 12 記載の光結合方法。

【請求項 15】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面と前記溝の前記光導波路の端面にほぼ対向する面とを位置合わせするのに、該フレキシブル光導波路の端部を突き当てる前記第 1 の基板或は光導波路上に設けられた段差を利用することを特徴とする請求項 8 乃至 14 の何れかに記載の光結合方法。

20 【請求項 16】前記フレキシブル光導波路と前記光導波路の光学的な結合は、前記フレキシブル光導波路の 45 度加工面或は前記溝の 45 度加工面を介して行なうことを特徴とする請求項 9 乃至 14 の何れかに記載の光結合方法。

【請求項 17】前記フレキシブル光導波路と前記光導波路の光学的な結合は、前記フレキシブル光導波路の 45 度加工面、前記溝の空間、及び前記溝の 45 度加工面を介して行なうことを特徴とする請求項 9 乃至 15 の何れかに記載の光結合方法。

30 【請求項 18】前記面型光素子が面型発光素子と面型受光素子の一方であることを特徴とする請求項 1 乃至 17 の何れかに記載の光結合方法。

【請求項 19】前記面型発光素子が面発光半導体レーザであることを特徴とする請求項 18 記載の光結合方法。

【請求項 20】前記面型受光素子が半導体受光素子であることを特徴とする請求項 18 記載の光結合方法。

40 【請求項 21】前記第 1 の基板に、他の面型光素子が直接或はこれを搭載する第 3 の基板を介して実装されており、前記面型光素子と前記他の面型光素子の一方が面型発光素子であり、他方が面型受光素子であり、前記フレキシブル光導波路が、夫々、コアが終端されて加工されている端部を該面型発光素子と面型受光素子に物理的に直接接着させて両者を光学的に接続することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の光結合方法。

【請求項 22】前記第 1 の基板或は第 2 の基板上に複数の面型光素子が実装され、前記フレキシブル光導波路がアレイを形成して、該複数の面型光素子を該フレキシブル光導波路アレイに、夫々、光学的に結合することを特徴とする請求項 1 乃至 21 の何れかに記載の光結合方法。

50 【請求項 23】前記面型光素子がアレイを形成している

(3)

3

ことを特徴とする請求項 2 2 記載の光結合方法。

【請求項 2 4】前記面型光素子が前記第 1 の基板或は第 2 の基板にモノリシック集積されていることを特徴とする請求項 2 2 又は 2 3 記載の光結合方法。

【請求項 2 5】第 1 の基板に、面型光素子が直接或はこれを搭載する第 2 の基板を介して実装されている光回路において、該面型光素子と、コアが終端して加工されているフレキシブル光導波路の端部とを物理的に直接接着することで、該面型光素子とフレキシブル光導波路が光学的に結合されていることを特徴とする光回路。

【請求項 2 6】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面が、端部付近の導波方向（光軸）に対して垂直に加工され、該垂直加工面は前記面型光素子に突き当てて物理的に直接接着されていることを特徴とする請求項 2 5 記載の光回路。

【請求項 2 7】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面が、端部付近の導波方向（光軸）に対して 4 5 度の角度を有する様に加工され、該フレキシブル光導波路の 4 5 度加工面は前記面型光素子にほぼ対向する位置に来る様に該 4 5 度加工面の反対側の側面が前記面型光素子に当てて物理的に直接接着されていることを特徴とする請求項 2 5 記載の光回路。

【請求項 2 8】前記フレキシブル光導波路の 4 5 度加工面は、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工されていることを特徴とする請求項 2 7 記載の光回路。

【請求項 2 9】前記フレキシブル光導波路の 4 5 度加工面に金属膜が形成されていることを特徴とする請求項 2 7 記載の光回路。

【請求項 3 0】前記第 1 の基板が光導波路を備えており、前記フレキシブル光導波路で、前記光導波路と前記面型光素子とが光学的に接続されていることを特徴とする請求項 2 5 乃至 2 9 の何れかに記載の光回路。

【請求項 3 1】前記第 1 の基板の前記光導波路の端面付近に光接続用の溝が設けられ、前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端部を該溝に挿入することによって、前記光導波路と前記フレキシブル光導波路とが光学的に接続されていることを特徴とする請求項 3 0 記載の光回路。

【請求項 3 2】前記第 1 の基板の前記光導波路の端面付近に光結合用の溝が設けられ、前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端部を該溝上に配置することによって、前記光導波路と前記フレキシブル光導波路とが光学的に結合されていることを特徴とする請求項 3 0 記載の光回路。

【請求項 3 3】前記溝の前記光導波路の端面にほぼ対向する面は、該光導波路の端部付近の導波方向（光軸）に対して 4 5 度の角度を有する様に加工されていることを特徴とする請求項 3 1 又は 3 2 記載の光回路。

【請求項 3 4】前記溝の前記光導波路の端面に対向する面は、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工されて

4

いることを特徴とする請求項 3 3 記載の光回路。

【請求項 3 5】前記溝の前記光導波路の端面に対向する面に金属膜が形成されていることを特徴とする請求項 3 3 記載の光回路。

【請求項 3 6】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面は、端部付近の導波方向（光軸）に対して 4 5 度の角度を有する様に加工されていることを特徴とする請求項 3 1 乃至 3 5 の何れかに記載の光回路。

10 【請求項 3 7】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面は、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工されていることを特徴とする請求項 3 6 記載の光回路。

【請求項 3 8】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面に金属膜が形成されていることを特徴とする請求項 3 6 記載の光回路。

20 【請求項 3 9】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面と前記溝の前記光導波路の端面にほぼ対向する面とを位置合わせするのに、該フレキシブル光導波路の端部を突き当てる前記第 1 の基板或は光導波路上に段差が設けられていることを特徴とする請求項 3 2 乃至 3 8 の何れかに記載の光回路。

【請求項 4 0】前記面型光素子は面型発光素子と面型受光素子の一方であることを特徴とする請求項 2 5 乃至 3 9 の何れかに記載の光回路。

【請求項 4 1】前記面型発光素子は面発光半導体レーザであることを特徴とする請求項 4 0 記載の光回路。

【請求項 4 2】前記面型受光素子は半導体受光素子であることを特徴とする請求項 4 0 記載の光回路。

30 【請求項 4 3】前記第 1 の基板に、他の面型光素子が直接或はこれを搭載する第 3 の基板を介して実装されており、前記面型光素子と前記他の面型光素子の一方が面型発光素子であり、他方が面型受光素子であり、前記フレキシブル光導波路が、夫々、コアが終端されて加工されている端部を該面型発光素子と面型受光素子に物理的に直接接着させて両者を光学的に接続していることを特徴とする請求項 2 5 乃至 2 9 の何れかに記載の光回路。

40 【請求項 4 4】前記第 1 の基板或は第 2 の基板上に複数の面型光素子が実装され、前記フレキシブル光導波路がアレイを形成して、該複数の面型光素子を該フレキシブル光導波路アレイに、夫々、光学的に結合していることを特徴とする請求項 2 5 乃至 4 3 の何れかに記載の光回路。

【請求項 4 5】前記面型光素子はアレイを形成していることを特徴とする請求項 4 4 記載の光回路。

【請求項 4 6】前記面型光素子は前記第 1 の基板或は第 2 の基板にモノリシック集積されていることを特徴とする請求項 4 4 又は 4 5 記載の光回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50 【発明の属する技術分野】本発明は、発光素子、受光素

(4)

5

子、光導波路等の光学部品同士の光学的接続をフレキシブル光導波路により簡便に効率良く行う光結合方法、及び光結合装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】最近の回路処理速度の向上に伴って、電気配線では信号遅延や波形の歪み等が生じ、正確に信号伝達ができなくなっている。このような問題を解決するために、従来の電気信号を光に置き換えて信号伝達する光インターコネクションが注目を集めている。電気信号を光信号に置き換えることによって、最近問題となっている電磁波障害も解決することができる。

【0003】将来、現在の電気回路基板で使用されている金属にて構成される電気配線を、基板上に作製された光導波路に置き換え、光にて信号を送受信する様な光回路を実現するには、基板上に設けられた光導波路とレーザダイオードやフォトダイオードなどの光デバイスとの光接続や光デバイス同士の光接続が重要な課題である。

【0004】従来は、基板上に設けられた光導波路とレーザやフォトディテクタなどの受発光を行う光デバイスとを結合したり、光デバイス同士を結合するのに、特開平05-88028号公報に開示された光集積回路の様に、光ファイバを一個一個ボンディングして行うというような方法が提案されてきた。また、基板に対して垂直に受発光する面型光素子と光導波路との結合方法としては、光導波路端面に45度ミラーを設けて面型光素子上に光導波路端面を配置することで両者を光学的に結合する特開平11-38270号公報に開示の光導波路ユニットの様な方法が提案されている。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1の従来例においては、一本の光ファイバを一個の光素子もしくは光導波路に接合していくものであるため、光素子が多数個搭載された光回路においては製造工程に時間がかかり、結果として製造コストも増大する。

【0006】また、第2の従来例においては、光導波路と面型光素子が物理的に接着されていないので、衝撃や振動などがある環境では結合効率が変化し、光学的結合の信頼性を保てないという問題もあった。

【0007】そこで、本発明の目的は、フレキシブル光導波路と面型光素子などの光学部品とを物理的に直接接着することにより光学的結合の信頼性を向上でき、光導波路と面型光素子等をアレイで使用することも可能にして一度に大容量情報を伝送するのに対応する光結合を容易に確立し得る光結合方法、及び光回路ないし光結合装置を提供することである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段及び作用】上記目的を達成するための本発明の光結合方法ないし光回路は、第1の基板に、面型光素子が直接或はこれを搭載する第2の基板を介して実装されている光回路において（後記の実施

6

例では、面型光素子は第2の基板に搭載されて第1の基板に実装されているが、面型光素子を第1の基板にモノリシックに作製したり、面型光素子を第1の基板に転写した後にその成長基板を除去する等して、第1の基板に面型光素子を直接設けることもできる）、該面型光素子と、コアが終端して加工されているフレキシブル光導波路の端部とを物理的に直接接着することで、該面型光素子とフレキシブル光導波路を光学的に結合することを特徴とする。これにより、簡単な工程にてフレキシブル光導波路と面型光素子との光学的結合が得られる。接着方法は、100℃以下の融点を有するフレキシブル光導波路の端部を溶融することで行う融着や、UV（紫外線）硬化樹脂を使用してフレキシブル光導波路端部と面型光素子とを位置合わせした後にUV光を照射することで硬化する接着や、エポキシ系等の接着剤を用いた接着などを利用することができる。また、フレキシブル光導波路のコアが終端している端面が所望の角度を有する様に加工されることで、フレキシブル光導波路の端部と面型光素子もしくは光導波路とをレンズなどを介することなく簡単に光結合できる。

【0009】上記の基本構成に基づいて以下の如き形態が可能である。前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面は、端部付近の導波方向（光軸）に対して垂直に加工し、該垂直加工面を前記面型光素子に突き当てて物理的に直接接着し得る（例えば、図1参照）。或は、前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面は、端部付近の導波方向（光軸）に対して45度の角度を有する様に加工し、該フレキシブル光導波路の45度加工面が前記面型光素子にほぼ対向する位置に来る様に該45度加工面の反対側の側面を前記面型光素子に当てて物理的に直接接着する様にもできる（例えば、図6参照）。このフレキシブル光導波路の45度加工面は、光結合効率を高める為に、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工されたり、ここに金属膜が形成されたりする。

【0010】前記第1の基板は光導波路を備えており、前記フレキシブル光導波路で、この光導波路と前記面型光素子とを光学的に接続する形態も可能である。このため、例えば、面型光素子を実装した基板を光導波路を備える基板に搭載する際に、正確なアライメントをしなくても、後にフレキシブル光導波路がしなやかに曲がってずれを吸収することができる。また、光導波路とフレキシブル光導波路との光結合において、光導波路とフレキシブル光導波路のコア径を同程度のものに設計することで、高い光結合効率を得ることができる。

【0011】前記第1の基板の前記光導波路の端面付近に光接続用の溝を設け、前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端部を該溝に挿入することによって、前記光導波路と前記フレキシブル光導波路とを光学的に接続することもできる。これにより、光導波路とフレキ

(5)

7

シブル光導波路とをセルフアラインにて簡便に光学的接続することができる。溝とフレキシブル光導波路端部の形状を対応するものにすれば（例えば、図1参照）、セルフアラインがより確実且つ安定的にできる。前記溝は反応性ガスをを用いたドライエッチング、ウエットエッチング、物理的切削、研磨等の方法にて作製できる。

【0012】前記第1の基板の前記光導波路の端面付近に光結合用の溝を設け、前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端部を該溝上に配置することによって、前記光導波路と前記フレキシブル光導波路とを光学的に結合する形態も採り得る。この場合、フレキシブル光導波路の端面は、光導波路とフレキシブル光導波路とを光学的に結合するのに適した角度を有する様に加工でき、フレキシブル光導波路を前記光取出し或は受け取り用溝上に配置するだけで、フレキシブル光導波路と光導波路とを簡便なプロセスにて光学的に結合できる。溝はウエットエッチング、物理的切削、研磨等の方法にて作製できる。

【0013】前記溝は、フレキシブル光導波路端部を溝内に挿入する場合（例えば、図1参照）においても溝上に配置する場合（図6参照）においても、溝の前記光導波路の端面にほぼ対向する面を、該光導波路の端部付近の導波方向（光軸）に対して45度の角度を有する様に加工する形態を採り得る。これにより、効率的な光結合が実現できる。

【0014】前記溝の前記光導波路の端面に対向する面は、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工したり、ここに金属膜を形成したりできる。前者の場合、研磨、ウエットエッチング等により鏡面処理を施せばよい。これにより、更に低光損失にて光路変換を行える。

【0015】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面は、端部付近の導波方向（光軸）に対して45度の角度を有する様に加工する形態を採り得る。この形態も、フレキシブル光導波路端部を溝内に挿入する場合（例えば、図1参照）においても溝上に配置する場合（図6参照）においても採り得る。これにより、効率的な光結合が実現できる。

【0016】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面も、光を全反射するのに十分滑らかな面に加工したり、ここに金属膜を形成したりできる。前者の場合、フレキシブル光導波路のコアが終端されている端面に、研磨、ウエットエッチング等により鏡面処理が施される。後者の場合、金属にはAg、Au、Pt、Cr、Al等の高反射率を有するものが使用され、金属膜形成方法は電解メッキ法、無電解メッキ法、真空蒸着法等を利用すればよい。これにより、更に低光損失にて光路変換を行える。

【0017】前記フレキシブル光導波路のコアが終端している端面と前記溝の前記光導波路の端面にほぼ対向する面とを位置合わせするのに、該フレキシブル光導波路

8

の端部を突き当てる前記第1の基板或は光導波路上に設けられた段差を利用してもよい。フレキシブル光導波路と光取出し或は受け取り用の溝を位置合わせするのに光導波路を有する基板に設けられた段差を利用することで、セルフアラインにてフレキシブル光導波路と光導波路とを光学的に結合できる。この段差はウエットエッチング、物理的切削、研磨等の方法にて作製できる。

【0018】前記フレキシブル光導波路と前記光導波路の光学的な結合は、前記フレキシブル光導波路の45度加工面或は前記溝の45度加工面を介して行なったり（例えば、図1参照）、前記フレキシブル光導波路の45度加工面、前記溝の空間、及び前記溝の45度加工面を介して行なったりする（図6参照）。

【0019】前記面型光素子は面型発光素子と面型受光素子的一方である。面型光素子が面型発光素子或は面型受光素子であることで、フレキシブル光導波路の端面を直接接着するのに適した構造をとることができる。

【0020】前記面型発光素子は面発光半導体レーザであり得る。面型光素子が面発光半導体レーザであることでフレキシブル光導波路の端面を直接接着するのに適した構造をとれ、低消費電力にて光情報通信等が可能になる。前記面発光半導体レーザは、活性層、半導体多層膜ミラーまたは誘電体多層膜ミラーなどから構成されていて、低電流駆動、低消費電力を実現できる。また、面型光素子が面発光半導体レーザの場合には、発光領域が10 $\mu$ m程度のものであり、それに対してフレキシブル光導波路のコアは40～50 $\mu$ m程度の大きさを有しており、精度の高いアライメントが必要ない。しかし、フレキシブル光導波路のコアの大きさや面発光半導体レーザの発光領域のサイズはこれに限られるものではない。

【0021】前記面型受光素子は半導体受光素子であり得る。面型光素子が半導体受光素子であることにより、受光領域のサイズを、フレキシブル光導波路のコアのサイズとアライメント精度との兼ね合いにより、最適な設計にすることができるようになる。

【0022】前記第1の基板に、他の面型光素子が直接或はこれを搭載する第3の基板を介して実装されており、前記面型光素子と前記他の面型光素子的一方が面型発光素子であり、他方が面型受光素子であり、前記フレキシブル光導波路が、夫々、コアが終端されて加工されている端部を該面型発光素子と面型受光素子に物理的に直接接着させて両者を光学的に接続する形態も採り得る。フレキシブル光導波路が、面型発光素子と面型受光素子とを光学的に接続しているため、例えば、面型光素子を実装した基板を光導波路を備える基板に搭載する際に、正確なアライメントをしなくても、後にフレキシブル光導波路がしなやかに曲がってずれを吸収することができる。この形態は、勿論、前記フレキシブル光導波路で光導波路と面型光素子とを光学的に接続する形態と結合して用い得る。

(6)

9

【0023】前記第1の基板或は第2の基板上に複数の面型光素子が実装され、前記フレキシブル光導波路がアレイを形成して、該複数の面型光素子を該フレキシブル光導波路アレイに、夫々、光学的に結合する形態も採り得る。フレキシブル光導波路がアレイを形成していることにより光素子もしくは光導波路を高密度に実装できる。

【0024】前記面型光素子はアレイを形成し得る。面型光素子がアレイを形成していることで高密度に光素子を実装でき、大容量信号送信等にも適応した光結合方法ないし光回路になる。

【0025】前記面型光素子は前記第1の基板或は第2の基板にモノリシック集積され得る。これによって、よりコンパクトな光回路が実現できる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0027】(第1の実施例) 図1は本発明の第1の実施例の光結合方法ないし装置の断面図である。図2はその斜視図である。図1、図2において、面型光素子アレイ109と、光導波路201から構成される光導波路アレイ203とを、フレキシブル光導波路アレイ202を利用して結合した構造となっている。光導波路201はコア102とクラッド103、104から成り、フレキシブル光導波路アレイ202の各光導波路はコア105とクラッド106、107から成る。本実施例では、面型光素子アレイ109として、発光部が $10\mu\text{m}\phi$ 程度の大きさを有する面発光半導体レーザを用い、レーザ109用の基板101および光導波路アレイ203用の基板108にはSi基板を用いている。

【0028】フレキシブル光導波路アレイ202と基板108に搭載された面型光素子アレイ109とは、フレキシブル光導波路アレイ202のコア105が露出している端面を、面型光素子アレイ109の発光部に、直接突き当てて接着することで光学的に結合している。接着剤にはエポキシ系接着剤を利用している。フレキシブル光導波路アレイ202の面型光素子アレイ109と結合する端面は、研磨により鏡面仕上げを施されている。

【0029】フレキシブル光導波路アレイ202の他端と光導波路アレイ203の内端は、アレイ203の端部付近の基板101に溝110を設け、フレキシブル光導波路アレイ202を溝110に挿入することで結合している。フレキシブル光導波路202の光導波路アレイ203と光学的に結合する側の端面は、加工されて光軸に対して45度の角度を持ったミラー面になっている。また、これに対応して、溝110の底面も、光導波路201の光軸に対して45度の角度を有するように加工されている。こうして、図1に示す様に、フレキシブル光導波路アレイ202の45度ミラー面の端部を三角形断面の溝110にぴったりと安定的に嵌合させて固定してい

10

る。

【0030】フレキシブル光導波路アレイ202を伝達してきた光は、コア105の45度ミラー端面にて反射され、光路を90度変換して光導波路アレイ203の垂直端面を通して該アレイ203内に導入される。逆に光導波路アレイ203を伝達してきた光も、フレキシブル光導波路アレイ202のコア105の45度ミラー端部にて反射され、フレキシブル光導波路アレイ202内に導入される。

10 【0031】溝110は反応性ガスを用いたドライエッチングにて作製する。溝110の底面(45度ミラー面)および側面(光導波路アレイ203の垂直端面)は研磨によって鏡面処理することで、光の結合損失を低減している。フレキシブル光導波路アレイ202と前記溝110との結合にはエポキシ系接着剤を利用する。

【0032】また、フレキシブル光導波路アレイ202の溝110に挿入される側の端面は、前記した様に、切削により溝110に整合する形状に加工され、研磨により鏡面処理されている。さらに、前記端面には、真空蒸着法によりAl、Au、Ag、Pt、Cr等の高反射率を有する金属が蒸着されている。

【0033】基板101に作製された光導波路アレイ203を構成する光導波路201は、前述した様にコア102とクラッド103、104から構成されているが、これは次の様に作製される。すなわち、光導波路201は、基板101に対するフォトリソグラフィによるパターンニング工程と、CF<sub>4</sub>やC<sub>12</sub>を利用した反応性イオンエッチングにより基板101に光導波路を作製する溝を形成する工程と、CVD、スパッタ蒸着等によってSiO<sub>2</sub>から成るコア102とSiO<sub>2</sub>から成るクラッド103、104を形成する成膜工程とを経て作製される。コア102とクラッド103、104のSiO<sub>2</sub>の屈折率(コア102の屈折率を大きくする)は不純物の注入によって調整されている。

30 【0034】次に、図1の基板101に対して、フレキシブル光導波路アレイ202を挿入する溝110を作製する方法について図3(a)、(b)、(c)を用いて詳しく説明する。まず光導波路201が形成された基板101にフォトレジスト301を図3(a)の様に塗布する。次に、グレイスケール302aを有するフォトマスク302を用いて、フォトレジスト301をUV光にて露光する。グレイスケール302aのフォトマスク302を用いたことにより、図3(b)の様に基板101に対して傾斜を有するフォトレジスト301のパターンを形成することが可能である。このレジストパターンに反応性ガスを用いたドライエッチングまたはイオンスパッタを適用することによって、図3(c)の様にフレキシブル光導波路アレイ202の端部を挿入するのに適した形状の、所望の角度を持った溝110を形成することができる。

60



(7)

11

【0035】次に、フレキシブル光導波路アレイ 202 の作製方法について図 4 (a)、(b)、(c)、

(d) を用いて詳しく説明する。フレキシブル光導波路アレイ 202 のコアおよびクラッドの材料には、可撓性を有するポリイミドを利用する。図 4 (a) の様に、ポリイミドフィルムからなるクラッド 106 上にコア 105 となるポリイミド 402 を全面に塗布した後に、フォトレジスト 403 を塗布する。コア 105 となるポリイミド 402 の材料には、クラッド 106 となるポリイミドフィルムよりも屈折率の大きいものを使用する。その後、所望のパターン（ストライプ状に光透過部と遮光部が並んでいる）が施されているフォトマスク 404 を用いて UV 光で、フォトリソグラフィにより、所望のパターニングをフォトレジスト 403 に対して行う。

【0036】次に、図 4 (b) の様に反応性ガスを用いた反応性イオンエッチング法により、フレキシブル光導波路のコアとなるパターンをポリイミド 402 に形成する。次に、残留したフォトレジスト 403 をリムーバにて除去することで、図 4 (c) の様に、クラッド 106 上にポリイミド 402 にて構成されるコア 105 が残っている状態になる。さらに、図 4 (d) の様にコア 105 をクラッド 107 となるポリイミドで覆ってフレキシブル光導波路を形成することができる。

【0037】クラッド 107 となるポリイミドはコア部となるポリイミド 402 に比べて屈折率の小さいものを使用する。また、クラッド 107 となるポリイミドを使わないで、空気クラッド層とすることも可能である。

【0038】以上説明した様に、本実施例では面型光素子アレイ 109 と、光導波路アレイ 203 との光学的結合に、フレキシブル光導波路アレイ 202 を利用している。これにより、面型光素子（図 1 の 109）を実装した基板（図 1 の 108）を光導波路（図 1 の 201）を備える基板（図 1 の 101）に搭載する際に、正確なアライメントをしなくても、後にフレキシブル光導波路（図 1 の 202）を湾曲させて、このずれを吸収することができる。さらに、将来、光導波路が作製されている基板上に、光 MCM (Multiple Chip Module) の基板を複数搭載し、基板の光導波路と光 MCM 上の面型光素子を結合する場合等に、本実施例の光結合方法ないし装置は実用的である。

【0039】また、本実施例は面型光素子アレイ 109、フレキシブル光導波路アレイ 202、光導波路アレイ 203 が、アレイではなく単体であるときにも応用が可能である。基板 108 と面型光素子アレイ 109 はモノリシック集積されていてもよい。また、フレキシブル光導波路 202 の端面と面型光素子アレイ 109 とを直接接着して結合するので、簡単な工程にてフレキシブル光導波路 202 と面型光素子アレイ 109 との光学的結合を得られる。さらに、直接接着を行っていることによって、振動、衝撃にも光結合効率が変化しにくい光結合

12

方法ないし装置となっている。面発光半導体レーザは発光領域が  $10\ \mu\text{m}$  程度のものであり、それに対しフレキシブル光導波路アレイ 202 のコア 105 は  $40\sim 50\ \mu\text{m}$  程度の大きさを有しているので、両者間に精度の高いアライメントが必要ない。このため、面型光素子アレイ 109 が面発光半導体レーザである場合、フレキシブル光導波路アレイ 202 の端面を直接接着するのに適した構造をとることができる。しかし、コア 105 のサイズや、面発光半導体レーザのサイズはこれに限るものではない。

【0040】また、面型光素子 107 が半導体受光素子である場合、受光領域のサイズを、フレキシブル光導波路アレイ 202 のコア 105 のサイズとアライメント精度との兼ね合いにより最適な設計とすることができるようになる。そして、フレキシブル光導波路 202 と光導波路アレイ 203 とは、基板 101 に溝 110 を設け、フレキシブル光導波路 202 を溝 110 に挿入することで結合しているので、セルフアラインにて一度に大量の情報を伝送する光伝送路を作製することができる。

【0041】以上の実施例に述べた基板 101 および 108 には半導体基板、ガラス基板、電気配線基板などを用いることができるが、これに限らない。光導波路 201 は前記方法にて作製することができるが、作製方法及び材料はこれに限るものではない。また、基板 101 に設けられた溝 110 は反応性ガスを用いたドライエッチングにて作製したが、それ以外にウエットエッチング、物理的切削、研磨等の方法で作製することも可能である。そして、溝 110 の側面及び底面の鏡面処理は研磨によって行ったが、ウエットエッチングなどを用いることもできる。

【0042】また、フレキシブル光導波路アレイ 202 のコア 105 及びクラッド 106 および 107 の材料および作製方法は、前記材料及び作製方法を利用できるが、これに限るものではない。フレキシブル光導波路アレイ 202 のコア 105 が終端されている端面が所望の角度を有するように加工するには、反応性ガスを用いたドライエッチング、研磨、物理的切削等によってできるが、方法はこれに限らない。また、前記端面に金属膜を作製する方法には、電気メッキ法、無電解メッキ法等を利用できるが、方法はこれに限らない。更に、フレキシブル光導波路アレイ 202 と面型光素子アレイ 109 または光導波路アレイ 203 との接着にはエポキシ系接着剤を用いたが、接着方法はフレキシブル光導波路を溶融することで行う融着や、UV 硬化樹脂を使用してフレキシブル光導波路と面型光素子とを位置合わせした後に UV 光を照射することで硬化する接着剤を利用することもできる。そして、接着方法もしくは接着剤の材料はこれに限るものではない。

【0043】本実施例では面型光素子アレイ 109 に面発光半導体レーザ、半導体受光素子を使用した。他に

(8)

13

LED (Light Emitting Diode) などを用いることもできる。

【0044】(第2の実施例) 図5は本発明の第2の実施例の光結合方法ないし装置を示す断面図である。図5は、面型光素子アレイ109と光導波路201から構成される光導波路アレイ203とを、フレキシブル光導波路アレイ504を利用して結合した構造を示す。

【0045】フレキシブル光導波路アレイ504はコア501とクラッド502、503から構成されている。フレキシブル光導波路アレイ504の面型光素子アレイ109と光学的に結合する側の端面は、加工されて光軸に対して45度の角度を持ったミラーになっている。このミラーは、フレキシブル光導波路アレイ504の端面に切削と研磨により45度の角度を有する斜面を形成し、その後、真空蒸着によってA1薄膜をその斜面に作成することにより製造される。図5に示す様に、フレキシブル光導波路のクラッド503の側面に面型光素子アレイ109が接着される。接着剤にはエポキシ系接着剤を利用する。

【0046】面型光素子アレイ109が面発光半導体レーザである場合、面発光半導体レーザから発せられた光は、フレキシブル光導波路アレイ504の45度端面に作成されたミラーによって光路を90度曲げられて、効率的にフレキシブル光導波路アレイ504のコア501内に導入される。面型光素子109が半導体受光器である場合、フレキシブル光導波路アレイ504を伝播してきた光は、フレキシブル光導波路アレイ504の45度端面に作成されたミラーによって光路を90度曲げられて、効率的に半導体受光素子109に伝達される。

【0047】フレキシブル光導波路アレイ504と面型光素子アレイ109とを直接接着して結合することで、簡単な工程にてフレキシブル光導波路アレイ504と面型光素子アレイ109との光学的結合が得られる。面型光素子アレイ109が面発光半導体レーザである場合、フレキシブル光導波路アレイ504のクラッド503の側面を直接接着するのに適した構造をとることができ、また低消費電力にて光情報通信が可能になる。また、面型光素子アレイ109が面発光半導体レーザの場合には、発光領域が10 $\mu$ m程度のものであり、それに対してフレキシブル光導波路アレイ504のコア501は40~50 $\mu$ m程度の大きさを有しているので、精度の高いアライメントが必要ない。更に、面型光素子アレイ109が半導体受光素子である場合、受光領域のサイズを、フレキシブル光導波路アレイ504のコア501のサイズとアライメント精度との兼ね合いにより最適な設計にすることができる。

【0048】フレキシブル光導波路アレイ504と光導波路201の結合方法については第1実施例と同様である。基板101に備えられた光導波路201の製造方法も第1実施例と同じである。

14

【0049】(第3の実施例) 図6は本発明の第3の実施例の光結合方法ないし装置を示す断面図である。図6は、面型光素子アレイ109と光導波路201とをフレキシブル光導波路アレイ604を利用して結合した構造を示す。

【0050】フレキシブル光導波路アレイ604はコア601とクラッド602、603から構成されている。フレキシブル光導波路アレイ604と光導波路201は、光導波路201を備える基板101に45度ミラー面を持つ溝110を設け、図6に示す様に、フレキシブル光導波路アレイ604の45度端面を溝110上にアライメントして配置することで結合している。位置合わせには基板101上に設けられた段差605(例えば、光導波路アレイ203のすぐ外側に設けられる)に、フレキシブル光導波路アレイ604の45度ミラー端面の先端部を突き当てることにて行う。段差605は、例えば、基板101にフォトリソ工程を行ない、ウェットエッチングを行なうことで形成される。フレキシブル光導波路アレイ604と基板101との接着にはエポキシ系接着剤を利用する。

【0051】溝110の作製方法は第1実施例の方法と同様であるが、さらに光損失を低減するために溝110の45度底面を研磨により鏡面仕上げにしてある。これにより、光導波路201とフレキシブル光導波路アレイ604との間の光結合は、溝110の45度ミラー面とフレキシブル光導波路アレイ604の45度ミラー端面を介して高効率で実現される。

【0052】また、面型光素子アレイ109とフレキシブル光導波路アレイ604との光学的結合方法は、第2実施例と同様の方法で実現できる。前記段差605は、フォトリソ工程を経て新たにSiO<sub>2</sub>膜を光導波路201上に形成する等の方法でも作製できる。

【0053】(第4の実施例) 図7は本発明の第4の実施例の光結合方法ないし装置の断面図である。図7は、面型発光素子アレイ705と面型受光素子アレイ706とを、フレキシブル光導波路アレイ704を利用して結合した構造を示している。

【0054】フレキシブル光導波路アレイ704はコア701とクラッド702、703から構成されている。フレキシブル光導波路アレイ704と、面型発光素子アレイ705及び面型受光素子アレイ706との光学的結合は、第1実施例と同様の方法にて実現される。面型発光素子アレイ705と面型受光素子アレイ706との光学的結合にフレキシブル光導波路アレイ704を利用したことによって、面型発光素子アレイ705を搭載する基板707と面型受光素子アレイ706を搭載する基板708とが異なる厚みを有していても、フレキシブル光導波路アレイ704により、そのずれを吸収できる。

【0055】(第5の実施例) 図8は本発明の第5の実施例の光結合方法ないし装置の断面図である。図8は、

(9)

15

面型発光素子アレイ 705 と面型受光素子アレイ 706 とを、フレキシブル光導波路アレイ 804 を利用して結合した構造を示している。

【0056】フレキシブル光導波路アレイ 804 はコア 801 とクラッド 802、803 から構成されている。フレキシブル光導波路アレイ 804 と、面型発光素子アレイ 705 及び面型受光素子アレイ 706 との光学的結合は、第 2 実施例と同様の方法にて実現される。本実施例でも、面型発光素子アレイ 705 と面型受光素子アレイ 706 との光学的結合にフレキシブル光導波路アレイ 804 を利用したことによって、面型発光素子アレイ 705 を搭載する基板 707 と面型受光素子アレイ 706 を搭載する基板 708 とが異なる厚みを有していても、フレキシブル光導波路アレイ 804 により、そのずれを吸収することができる。

【0057】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明による光結合方法ないし装置によれば、フレキシブル光導波路と面型光素子を物理的に直接接着することにより、光学的結合の信頼性が向上し、フレキシブル光導波路と面型光素子をアレイで使用することが可能になり、一度に大容量情報を伝送するのに対応できる光結合を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例の光結合方法及び光回路を示す断面図である。

【図 2】図 1 の斜視図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施例の光結合方法及び光回路で用いられる基板上の光導波路の作製法を示す工程断面図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施例の光結合方法及び光回路で用いられるフレキシブル導波路の作製法を示す工程断面図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施例の光結合方法及び光回路

16

を示す断面図である。

【図 6】本発明の第 3 の実施例の光結合方法及び光回路を示す断面図である。

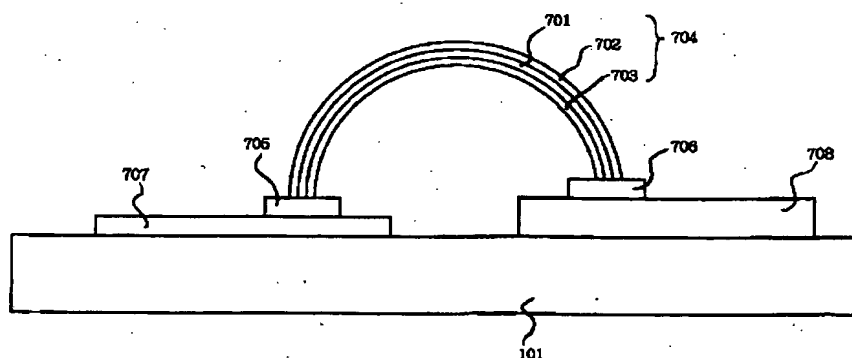
【図 7】本発明の第 4 の実施例の光結合方法及び光回路を示す断面図である。

【図 8】本発明の第 5 の実施例の光結合方法及び光回路を示す断面図である。

【符号の説明】

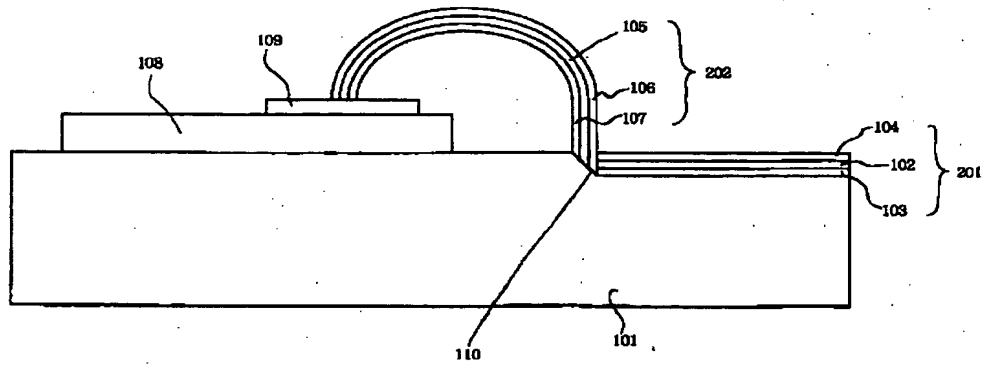
101	基板
102	光導波路のコア
103、104	光導波路のクラッド
105、501、601、701、801	フレキシブル光導波路のコア
106、107、502、503、602、603、702、703、802、803	フレキシブル光導波路のクラッド
108	光素子の基板
109	面型光素子アレイ
110	溝
201	光導波路
202、504、604、704、804	フレキシブル光導波路アレイ
203	光導波路アレイ
301	フォトレジスト
302	グレイスケールを有するフォトマスク
402	ポリイミド
403	フォトレジスト
404	フレキシブル光導波路アレイ形成用フォトマスク
705	面型発光素子アレイ
706	面型受光素子アレイ
707	面型発光素子アレイの基板
708	面型受光素子アレイの基板

【図 7】

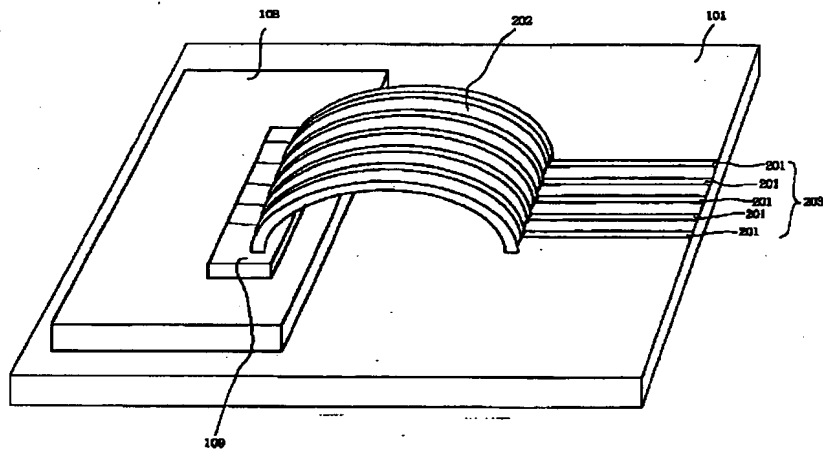


(10)

【図1】

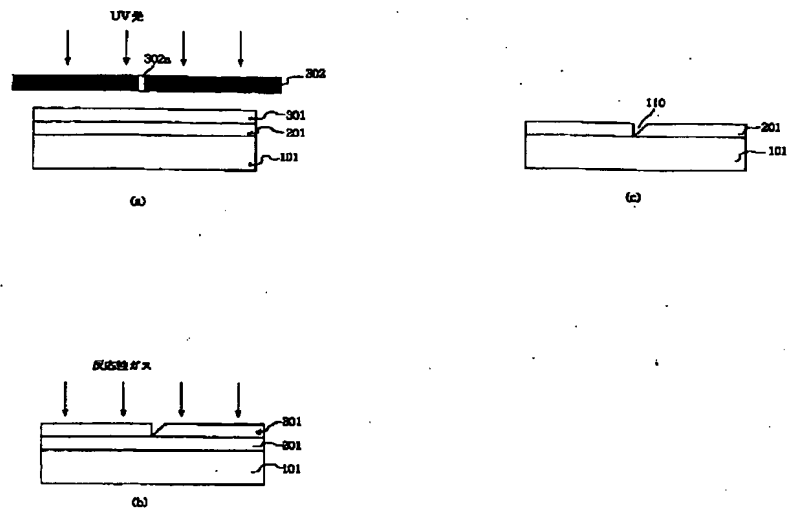


【図2】

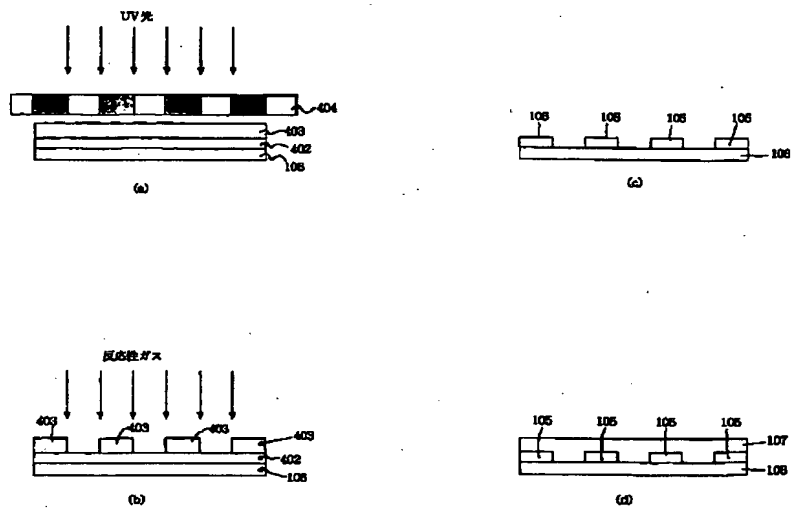


(11)

【図3】

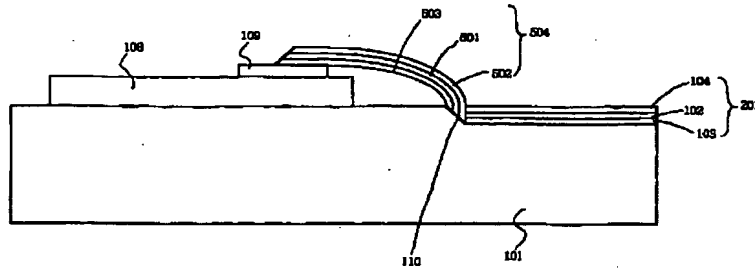


【図4】

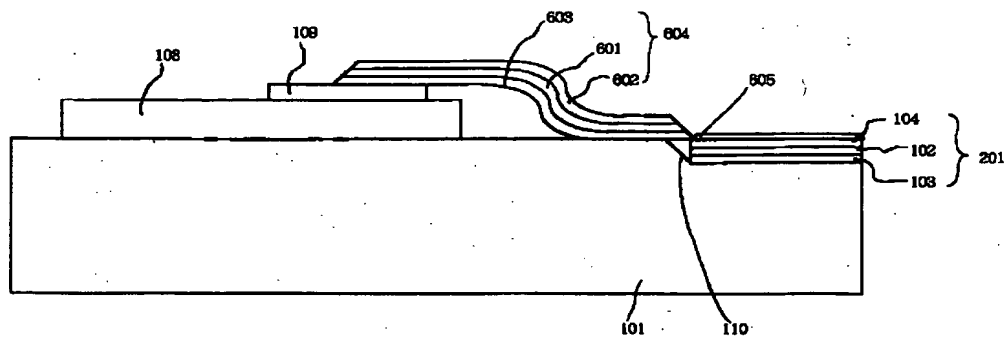


(12)

【図5】



【図6】



(13)

【図8】

